

######

おり、ある測定点だけが特に大きな増加を示すことはなく、相互に干渉し合いながらその値を増やしてゆくが、小さな値を示すアーム部(No. 1, No. 2)と、それよりもわずかに大きな値を示すリング部(No. 3 ~ No. 5)の2つのグループを形成している。そして同一組成の試験片を比較すると、CO₂型試験片は生砂型試験片よりもこの2つのグループの開きが大きい。残留応力は時間に比例して単調

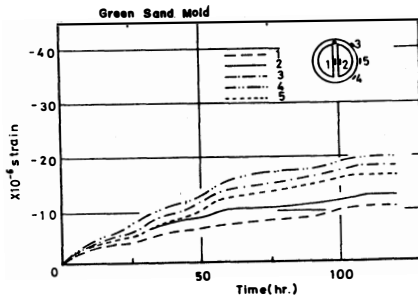
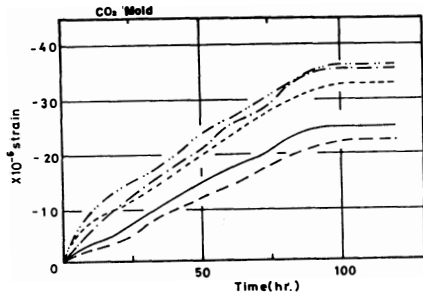


図2 Al-8% Si

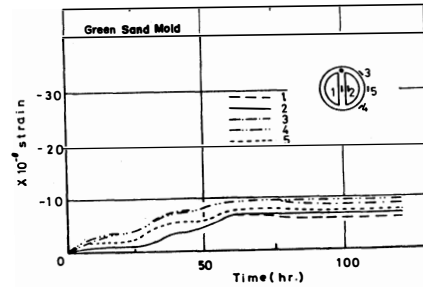
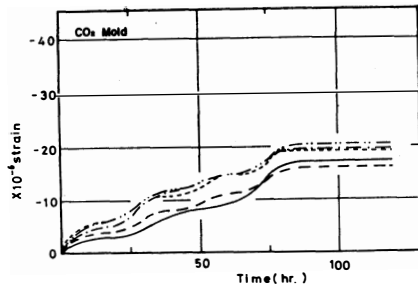


図3 Al-10% Si

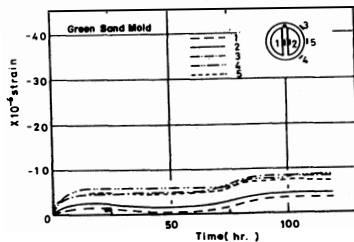
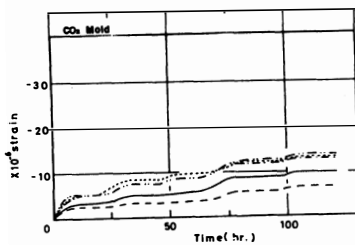


図4 Al-12% Si

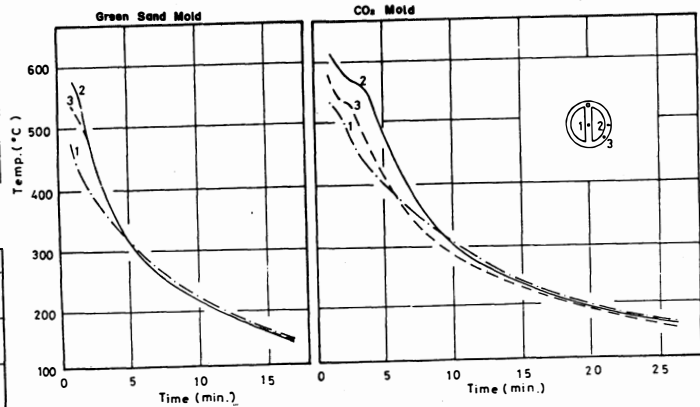


図5 冷却曲線

増加するのではなく急激な増加と緩やかな増加を交互に繰り返している。これら 6 種の試験片において測定値の増加が停止するのは、75～100時間の頃である。

図 5 に試験片の冷却曲線を示す。これを参考にしながら上記の結果に考察を加えたいと思う。試験片はアーム部、ついでリング部でも鑄込口から遠い部分から徐々に凝固を終了すると考えられる。またアーム部は鑄込直後に急激な温度低下を示すが、その後しだいにカーブはゆるやかになり、最終的にはリング部よりもわずかに高い温度を保ちながら冷却される。このように体積、断面積の著しく小さなアーム部は初期には急冷されるが、ある程度冷却が進むと鑄型が溶湯から熱を受け中心部にあるアーム周辺の砂の温度低下が妨げられて徐冷となる。この結果アーム部の比体積変化は鑄物がまだ高温で軟かい時期に急激におこり、歪は塑性的なものとなって応力はほとんど残らないのに対し、リング部は凝固後期に比体積の変化が大きくなり引張力が生じるが、すでに試験片はかなり低温になっているために全てが塑性歪となれずに大部分は弾性歪と応力として試験片に残るものと思われる、このことがアーム部よりもリング部の残留応力が大きな原因と考えられる。リング部において No. 3, No. 4 が No. 5 より大きな残留応力を示すのはアーム部の塑性歪と凝固の順序による影響と考えられる。また冷却曲線の比較から明らかなように、CO₂型は生砂型に比べてはるかに冷却能が劣り、鑄込まれた試験片は生砂型に鑄込まれたものよりも徐冷されるので、冷却後期に生ずる弾性歪や応力が大きくなる。この冷却能の差が生砂型試験片より CO₂型試験片の応力発生が大きな一因と思われる。また鑄型強度の面から CO₂型は生砂型よりもはるかに強度が高く(約 3 Kg/cm² at 600°C, 約 38 Kg/cm² at 400°C)鑄物の自由な膨張、収縮を妨げること。生砂型においては溶湯が注入されると鑄型表面の水分が水蒸気となって鑄型内を移動し、鑄物の周囲のシェルとその下にモイスターリッチな層を生ずる。この層の水分は鑄型作成時の配合水分よりも多く柔軟性に富み、鑄物の膨張、収縮に対する鑄型の反発力を吸収してしまう。このような鑄型の変形能なども CO₂型試験片の残留応力が大きくなる原因と思われる。生砂型試験片に比べ CO₂型試験片リング部における応力値の差が大きな原因として生砂型ではリング部はほぼ一応に冷却するのにに対し CO₂型では凝固、冷却にわずかながら時間的な差が生ずることが考えられる。先に示した 3 種類の Al-Si 合金試験片の応力-時間曲線を比較すると、Si 添加量が増加するに従い残留応力の現われ方が小さくなることが認められた。図 6 に測定点 5 で切断した各試験片の顕微鏡写真を示す。8% Si では微細な共晶がわずかしこ現われていないが、10% Si では数多くの細かな共晶とわずかではあるが初晶も現われている。12% Si になると大きな初晶が認められている。このことから Si の高い試験片の残留応力の現われ方が小さいのは、抗張力、伸び、密度、高温低温における熱膨張の差が高 Si 合金ほど小さいことなどの他に、共晶や Si の初晶の量およびその成長度が応力の発生を抑制する何らかの原因となっているのではないと思われる。次に Al-7% Cu における測定結果を図 7 に示す。Al-Si 合金同様に CO₂型試験片の方が大きな値を示しているアーム上面の No. 1 は Al-Si 合金と同様低い値を示しているが、Al-Si 合金では低い値を示していた No. 2 が最大値を示す。これは Al-7% Cu が前出の 3 種の Al-Si 合金に比べたわみに対する抗力が小さいためリング部の収縮によってアーム部が腕曲したものであると思われる。また Al-Si 合金試験片に比べて曲線がなめらかなカーブを描くのはこの合金の持つねばさのためと考えられる。

4. 結 言

以上の結果次の事柄が明らかになった。

- (1) 鑄物中で初期に凝固する部分の応力の発生は小さく後期に凝固する部分の応力の発生は大であるしかしリングのように端のない鑄物においては、全体の冷却速度を小さくすることによりある程度この力を分散させることが可能と思われる。逆に冷却速度を大きくすると最初に凝固した部分は後に続いて凝

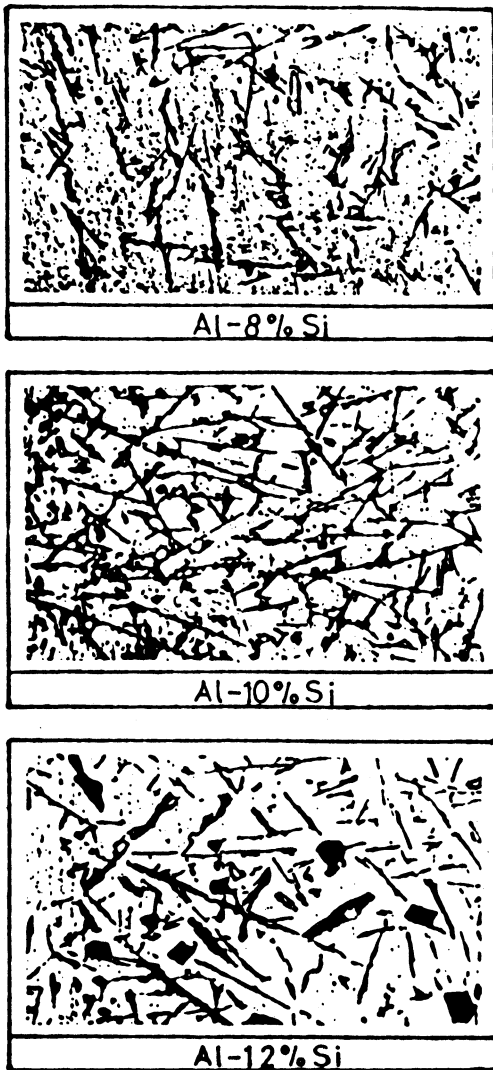


図6 試験片の顕微鏡組織

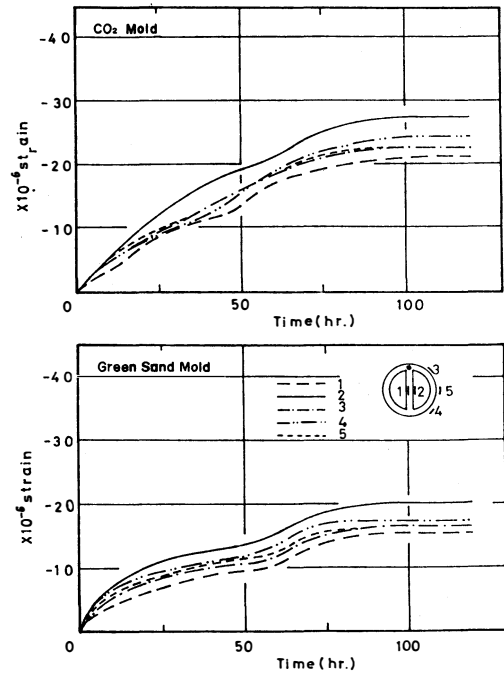


図7 Al-7% Cu

固した部分からの影響で大きな縮み力を蓄積するようになると思われる。

(2) 高温強度の大きな鋳型は、鋳物の自由な収縮を阻害し、鋳物に大きな応力を発生させる。また凝固後期から冷却にかけて、鋳物の周辺の熱がにげないような鋳型は初期に凝固する部分と後期に凝固する部分に、明らかな凝固時間や冷却速度の差を生じ、凝固の遅い部分に大きな応力の発生を促す。

(3) 本実験においてAl-Si合金試験片は、初晶Siの量および成長度が大であると、測定値は小さくなる傾向にあった。

(4) 本実験においては、合金組成に関係なく、どの試験片も75～100時間経過後は測定値の上昇は、見られなかった。

参 考 文 献

- 1) 沖ほか, 溶解・鋳造・鋳物, 朝倉書店, 1960.
- 2) IBF Sub-Committee Foundry Trade J.101 July 5, 19. 1956.
- 3) Briggs, The Metallurgy of Steel Casting 321 Mc Graw-hill Co 1946.
- 4) L Magee, The British Foundryman 12, 472, 1962.
- 5) D. V. Atterton Trans A.F.S., 1956.
- 6) 浜田, 大橋, 鋳物, 5, 393, 41.

- 7) 大和田野，鑄物，2,92,31
 - 8) R.A. Dodd, J. Inst. Metals 81,77,1952~1953.
 - 9) マグネシウム委員会，軽金属，13,201,1963.
 - 10) 片島，松浦，鑄物，4,352,45.
 - 11) 片島，松浦，鑄物，7,758,44.
 - 12) 鑄造技術講座編集委員会，普通鑄型，日刊工業新聞社，44.
 - 13) 鑄造技術講座編集委員会，特殊鑄型，日刊工業新聞社，44.
- 昭和51年12月 日本金属学会北信越支部，日本鉄鋼協会北陸支部連合講演会に於いて発表したもの。

The Effect of Alloy Element and Casting Form upon the Casting Stress.

Minoru YOHDA. Masahiro ATE

Synopsis:

The kind of the mold, the form of the casting, and constituent elements or the structure of materials — all these factors contribute to producing the casting stress. Sometimes this stress is the cause of a crack or deformation or some other defects of the casting, so it is of great importance to make clear what kind of effect each element has. The present paper indicates the results of the experiment in which the authors measure the casting stress of the casting with no external force on it, using the test piece illustrated by Fig. 1, and then it gives some discussion on the effects each element produces.

The results are as follows:

- (1) The value of the casting stress is bigger when the mold with the strength of high degree is used, or when the mold disturbing the radiation of heat partly in the latter period of the cooling process is used.
- (2) The casting stress is less in the part of the casting solidified in the earlier period of the cooling process and is more in the latter period.
- (3) In this experiment, in the Al-Si alloy, when the test piece contains much of Si primary crystal, the casting stress tends to indicate low values.

(1977年10月20日受理)